

ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССООБМЕНА В УСЛОВИЯХ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

В.Д. Ким, М.С. Миколенко

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день наиболее рациональным средством транспорта нефти и нефтепродуктов является трубопроводный транспорт. Новейшие магистральные трубопроводы есть сложная система большой протяженности и состоит из таких объектов как: насосная станция, резервуарный парк и линейная часть трубопровода.

Трубопроводный транспорт нефти является наиболее экономичным и экологически предпочтительным видом транспорта. В настоящее время существует очень много разных показателей пропускной способности и длины нефтепроводов. Диаметр труб современных крупных нефтепроводов составляет 1 3 - 1 5 м, скорость движения масла по ним составляет до 1 6 м / с, общая длина - до тыс. Км. [1].

В этой статье мы рассмотрим гидродинамику и тепломассоперенос в условиях стационарных, установившихся режимов течения нефтепродуктов в трубопроводах.

Основопологающими уравнениями описывающие установившиеся течения однородной несжимаемой жидкости в трубопроводе есть уравнение Бернулли:

$$\left(\frac{\alpha_k \vartheta^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + Z_1\right) - \left(\frac{\alpha_k \vartheta^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + Z_2\right) = h_{1-2}$$

и уравнение сохранения массы жидкости,

$$\rho \vartheta_1 S_1 = \rho \vartheta_2 S_2 = M$$

Неустановившийся поток жидкости в трубопроводе связан с определением параметров $p(x, t)$, $\vartheta(x, t)$, $M(x, t)$, $T(x, t)$ и др. [4].

Неустановившиеся процессы в трубопроводах происходят при запуске и остановках перекачивания, включении или отключении отводов, работе запорных и регулирующих арматур, а также разных видах аварий – разрывах трубы.

Для слабосжимаемых жидкостей, нефти и нефтепродуктов, нестационарные течения с полным заполнением трубопровода жидкостью описываются уравнениями с частными производными.

$$\begin{cases} \frac{\partial p(x, t)}{\partial t} + \rho_0 c^2 \frac{\partial \vartheta(x, t)}{\partial x} = 0, \\ \rho_0 \frac{\partial \vartheta(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial p(x, t)}{\partial x} = -\lambda(R\vartheta, \varepsilon) \frac{1}{d} \frac{p_0 \vartheta^2(x, t)}{2} - \rho_0 g \sin \alpha(x), \end{cases}$$

Здесь принято: $p(x, t)$ – давление и $\vartheta(x, t)$ – скорость течения жидкости.

Неустановившиеся процессы, происходящие в трубопроводе при изменении единого стационарного потока другим, также называется переходными процессами. Обозначая для ϑ_0 скорость жидкости в трубопроводе до начала переходного процесса, а после ϑ_1 – скорость жидкости в возникающем стационарном потоке, то можно принять:

$$\vartheta(x, t) = \frac{2 \vartheta_1^2 + \vartheta_1 \vartheta_0 - 2 \vartheta_0^2}{3 \vartheta_1 - \vartheta_0}.$$

В ситуации с длинными трубопроводами и не слишком быстрыми процессами, в уравнениях допустимо пренебречь первым членом $\rho_0 \frac{\partial \vartheta}{\partial t}$ (инерцией жидкости) в отношении ко второму члену, таким образом считать, как в случае стационарного потока, градиент давления сила трения жидкости на внутренней поверхности трубопровода:

$$\frac{\partial \hat{p}}{\partial x} \approx -b p_0 \vartheta(x, t).$$

В этих случаях система сводится к одному уравнению второго порядка – уравнению переноса скаляра (диффузии):

$$\frac{\partial \hat{p}(x, t)}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 \hat{p}(x, t)}{\partial x^2}.$$

**СЕКЦИЯ 17. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ПОДСЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

где $a^2 = c^2 / b^2$ - постоянный коэффициент. В этом случае скорость потока определяется выражением:

$$\vartheta(x, t) = -\frac{1}{\xi}.$$

В данной работе были рассмотрены одномерные дифференциальные изотермические нестационарные движения нефти в длинных трубопроводах в рамках модели И. А. Чарного [4] и ламинарного режима работы трубопровода Х. М. Гамзаева [2,3]:

$$-\frac{M^2}{S^2} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial \rho}{\partial x} - \rho P_{\xi} \delta(x - \xi) = -\frac{128\mu M}{\pi D^4},$$

Анализ данных [1-4] показывает, что используемые математические модели способны корректно предсказывать загрязнение атмосферы, резервуаров и почвы.

В частности, для непосредственного определения места утечки, мы предлагаем метод, который будет основываться на применении математической модели процесса движения сжимаемой жидкости по трубопроводу.

Литература

1. Рабинович Е. З. Гидравлика. М.: Недра, 1980. – 326с.
2. Гамзаев Х. М., Ширинов К. Ф. К выведению коэффициента гидравлического сопротивления.
3. Гамзаев Х. М. Некоторые проблемы трубопроводной транспортировки жидких углеводородов. – С. 14–34.
4. Чарный И. А. Неустойчившееся движение реальной жидкости в трубах. 1975. –295 с.
5. Жуковский Н.Е. Сборник работ в 7-ми т. Т.III. Гидравлика. Прикладная механика. - 696 с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЗАМЕНЫ ДОЛОТА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИНЫ. РОТОР (УСТРОЙСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ)

Д.А. Кондратьев

Научный руководитель – профессор С.Н. Харламов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение. Бурение ствола скважины проводится с помощью вращающегося долота, на который действует постоянная осевая нагрузка. Для осуществления вращения долота применяется установленный на поверхности ротор. Ротор является многофункциональным оборудованием буровой установки. Помимо того, что он передает через бурильную колонну и ведущую трубу вращение долоту, он может удерживать на весу бурильную колонну, в случае, когда отсоединена талевая система. Также ротор является опорным столом, применяемым для свинчивания и развинчивания труб при спуско-подъемных операциях, используется как стопорное устройство для свинчивания долота с УТБ и т.д. Для выполнения операций по смене долота в отверстие стола ротора вместо вкладышей применяются специальный пневматические клинья, на которые подвешивают бурильную колонну с помощью зажимных сухарей с насечкой, и затем навинчивают или отвинчивают бурильную свечу, находящуюся над ротором.

Для глубокого бурения чаще всего применяются шарошечные долота. Для данного вида долот характерен износ либо по вооружению, либо по опоре. Большой износ опор долота часто приводит к поломке долота, что может привести к серьезным последствиям. В частности, вызвать искривление ствола скважины, заклинивание колонны в скважине, скручивание и последующую поломку бурильных труб, соединений, скрепляющих их и т.д. Помимо этого, сразу после подъема колонны из скважины необходимо опустить на забой инструмент либо для извлечения останков неисправного долота, либо произвести разбуривание оставшихся деталей с помощью нового долота. Все эти процессы приводят к большим потерям времени, а также к преждевременному износу новых долот, в случае, если им приходится разбуривать останки старого долота. Ввиду этого, необходимо точно контролировать рабочее время опор шарошек до момента их полного износа.

Актуальность. По данным статистики, чаще всего долото выходит из строя именно из-за износа опор шарошек долота. Ввиду этого, контроль рабочего времени опор шарошек долота до их окончательного износа приобретает большое значение. Также менее частой причиной замены долота является износ его вооружения. Несмотря на это, необходимо учитывать этот вид износа в модели механического бурения.

Цель: исследовать технологический процесс замены долота, а также провести анализ эффективности имеющихся физико-математических моделей времени работы долота по опоре и вооружению.

Технологический процесс замены долота. Спуско-подъемные операции для бурильных труб с целью замены неисправного долота состоят из одних и тех же операций, повторяемых многократно. К машинным относятся только операций по подъемам свечи из скважины и порожнего элеватора. Оставшиеся операции являются частично ручными или полностью ручными, которые требуют больших затрат физических сил. К подъемным операциям можно отнести: посадку посадка колонны на элеватор; развинчивание резьбового соединения; установка свечи на подсвечник; спуск порожнего элеватора; перенос штропов на загруженный